МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗТВЕРДОСПЛАВ»

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО

«ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Москва 1975

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗТВЕРДОСПЛАВ»

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО «ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Москва 1975

Составитель: **Миляев В. Б.**
Научные редакторы: **Самойлов В. С.**
Марков С. Г.
Редактор: **Сецкая И. В.**

Обьединенное бланочное предприятие, гор. Рига, ул. Гоголя, 3.
Заказ 1892 Тираж 500 экз. 2 печ. л., форм. бум. $60\times84^{1}/_{16}$
Подписано к печати 12.03.76 Л 100886

Данные рекомендации предназначены для ИТР предприятий и цехов, использующих твердосплавный дереворежущий инструмент.

От правильного и качественного изготовления во многом зависит стойкость и работоспособность твердосплавного инструмента, а следовательно, и производительность обработки.

В рекомендациях изложены основные требования к изготовлению дереворежущего инструмента, армированного твердым сплавом.

При составлении рекомендаций использованы работы ВНИИТС, филиалов СПТБ «Оргпримтвердосплав» и деревообрабатывающих предприятий.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Выбор марки твердого сплава 5
2. Технические требования к изготовлению твердосплавного дереворежущего инструмента и рекомендации 6
3. Припои и флюсы 12
4. Способы пайки и оборудование 14
5. Процесс пайки 16
6. Особенности процесса в зависимости от способа пайки . . . 17
7. Виды брака при пайке, причны брака и способы его устранения . 21
8. Контроль качества пайки 22
9. Заточка и доводка твердосплавного дереворежущего инструмента . 23
10. Приложение. Метод цветной дефектоскопии 27

ЛИТЕРАТУРА

1. Грубе А. Э. Дереворежущие инструменты. М., «Лесная промышленность», 1971 г.

2. Куклин А. Г. Повышение прочности и износостойкости твердосплавного инструмента. М. «Машиностроение», 1968 г.

3. Дубко Г. В., Полякова М. Л. Рекомендации по пайке твердосплавного инструмента. М., СПТБ «Оргприметвердосплав», 1971 г.

4. Бунимович Л. Д. Ремонт твердосплавных дереворежущих дисковых пил с применением электроконтактного способа пайки. Л., ЛДНТП, 1969 г.

5. Реферативно-информационные материалы. ЦНИИМОД, серия «Режущий инструмент», Архангельск, 1971 г.

6. Трусова Л. П., Трусов В. А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента. М., «Лесная промышленность», 1971 г.

7. Иванковский Б. Г. Фрезерование и пиление древесины и древесных материалов. М., «Лесная промышленность», 1971 г.

8. Технологические режимы РИО9-00. ЦНИИМОД, Архангельск, 1975 г.

9. Бакуль В. Н. и др. Справочник по алмазной обработке металлорежущего инструмента. Киев, «Техника», 1971 г.

10. Бердников Л. Н. Алмазная заточка твердосплавного режущего инструмента. Л., ЛДНТП, 1970 г.

11. Кряжев Н. А. Геометрия и стойкость фрезерных инструментов. Деревообрабатывающая промышленность, 1971 г, № 8.

12. ГОСТ 13834-68 «Пластинки твердосплавные металлокерамические для фрезерного дереворежущего инструмента».

13. ГОСТ 13833-68 «Пластинки твердосплавные металлокерамические для дисковых дереворежущих пил».

14. ГОСТ 2209-69 «Сплавы твердые металлокерамические. Формы и размеры».

15. ГОСТ 3882-74 «Сплавы твердые металлокерамические. Марки».

16. Твердые сплавы и тугоплавкие металлы. Сб. трудов ВНИИТС. М., «Металлургия», 1971 г.

I. ВЫБОР МАРКИ ТВЕРДОГО СПЛАВА

1.1. Химический состав и физико-механические свойства твердых сплавов, рекомендуемых для деревообработки, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Марка сплава	Ориентировочный состав, %		Физико-механические свойства			
	карбид вольфрама	кобальт	предел прочности при изгибе, σ кгс/мм²	Удельный вес d, г/см³	Твердость HRA, кг/мм² (не менее)	Коэффициент износостойкости
1	2	3	4	5	6	7
ВК3М	97	3	110	15 —15,3	91	2,36
ВК6	94	6	135	14,6—15,0	88,5	2,0
ВК6М	94	6	130	14,8—15,1	90	2,30
ВК60М*)	94	6	120—135	14,8—15,0	90—91,5	2,4
ВК8	92	8	140	14,4—14,8	87,5	1,8
ВК10	90	10	150	14,2—14,6	87	1,22
ВК10М	90	10	140	14,3	88,5	1,5
ВК100М*)	90	10	140—160	14,3—14,5	89—91	1,72
ВК15	85	15	165	13,9—14,1	86	1,0
ВК15М	85	15	155	13,8	87	1,15
ВК150М*)	85	15	150—170	13,8—14,0	88—89	1,2
ВК20	80	20	190	13,4—13,7	85	0,8
ВК4	96	4	130	14,9—15,1	89,5	2,23

*) Опытная марка

1.2. Ориентировочные данные по износостойкости при обработке древесины, ДСП и ДВП в зависимости от марки твердого сплава:

Марка сплава													
ВК20	ВК20М	ВК15	ВК15М	ВК150М	ВК10	ВК10М	ВК100М	ВК8	ВК6	ВК4	ВК6М	ВК3М	ВК60М
Коэффициент износостойкости													
0,8	0,96	1,0	1,15	1,2	1,22	1,5	1,72	1,8	2,0	2,23	2,30	2,36	2,4

1.3. Рекомендации по выбору марки твердого сплава в зависимости от свойств обрабатываемого материала представлены в табл. 2.

Таблица 2

Обрабатываемый материал	Марки твердых сплавов
Мягкие породы древесины	ВК15, ВК15М, ВК150М, ВК20, ВК20М
Твердые лиственные породы	ВК8. ВК10, ВК10М, ВК100М, ВК15М, ВК150М
Клееные детали и фанера	ВК6, ВК8, ВК10, ВК10М, ВК100М
Древесностружечные плиты	ВК4, ВК6, ВК6М, ВК60М, ВК3М
Древесносолистые пластики Прессованная древесина	ВК4, ВК6М, ВК60М, ВК3М

1.4. Пластинки твердого сплава по формам и размерам выбирать по ГОСТ 13833-68, 13834-68 и 2209-69. Изготовление пластин из марок твердых сплавов, не оговоренных ГОСТом, производится по спецзаказам при условии представления пресс-форм заказчиком.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И РЕКОМЕНДАЦИИ

2.1. Наиболее целесообразной конструкцией является инструмент со вставными режущими элементами: напайными, с механическим креплением пластинки твердого сплава (регулируемые и нерегулируемые), а также комбинированные (рис. 1; 2; 3).

МЕТОД ЦВЕТНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

(цветных красок)

Данный метод основан на способности специальных красителей проникать в мелкие поры и трещины и изменять цвет других красок.

Контролируемый инструмент должен быть очищен от излишков флюса и припоя, пластина твердого сплава отшлифована и обезжирена.

Состав красок, применяемых при контроле

Красная краска содержит 95 мл бензола, 5 мл авиационного масла МК8 и 1 г темно-красного красителя «Судан 4».

Для приготовления краски краситель «Судан» растворяют в масле, добавляют бензол и все размешивают до полного растворения.

Белая краска содержит 70 мл коллодия, 20 мл бензола, 10 мл ацетона и 5 г густотертых цинковых белил. Белила растворяют в бензоле, после размешивания в него добавляют коллодий и ацетон.

После подготовки инструмента наносят красную краску на поверхность пластинки твердого сплава, сушат в течение минуты и наносят второй слой. После полного высыхания красную краску удаляют тампоном, смоченным в растворе, содержащем 30% керосина и 70% трансформаторного масла. Затем наносят тонкий слой белой краски. При наличии трещин в пластинках на белой краске появляются красные линии.

9.6. При заточке и доводке твердосплавных дисковых пил рекомендуется применять специальное приспособление конструкции ВНИИ.

9.7. После доводочной операции инструмент подвергают контролю радиального и осевого биения, а перед установкой на станок требуется статическая балансировка.

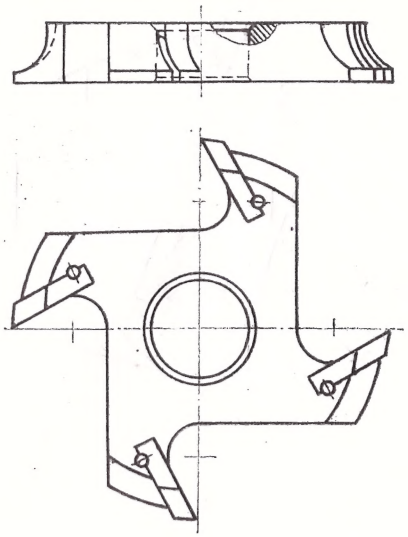


Рис. 1. Фасонная фреза с механически закрепляемыми нерегулируемыми режущими элементами.

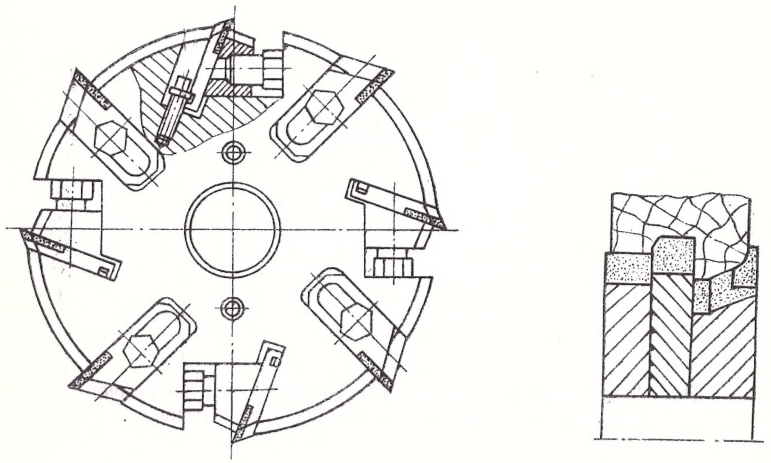
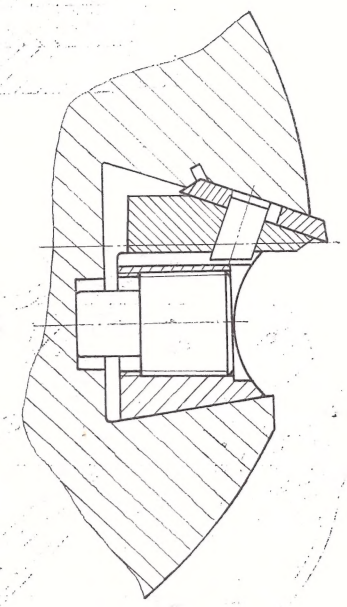


Рис. 2. Ферезерная головка со вставными регулируемыми режущими элементами.



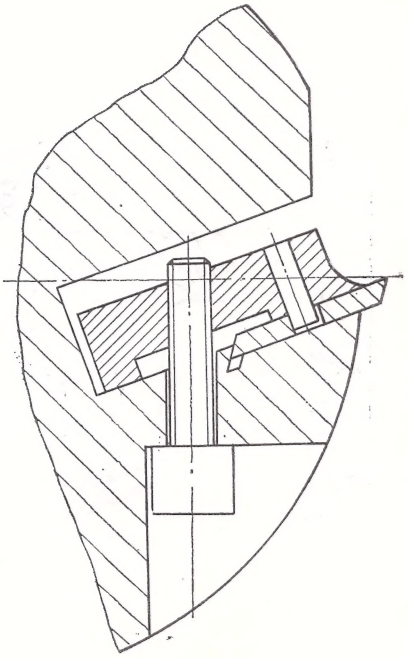


Рис. 3. Методы крепления неперетачиваемых, механически закрепляемых твердосплавных пластинок.

Таблица 11

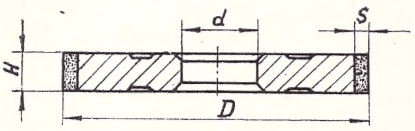
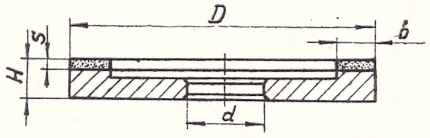
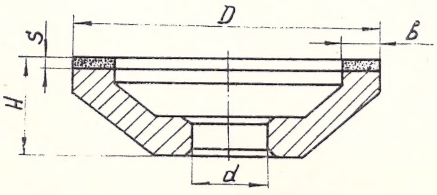
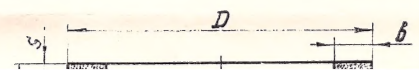
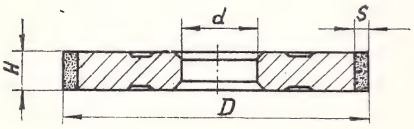
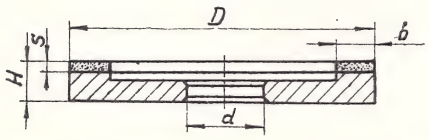
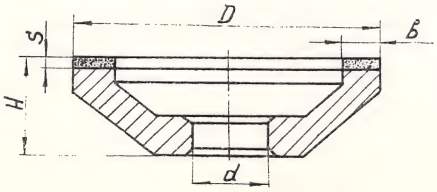
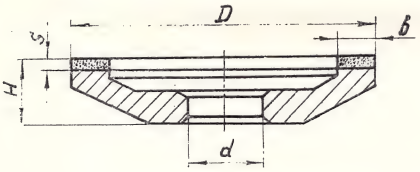
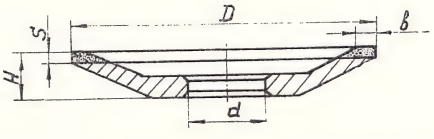
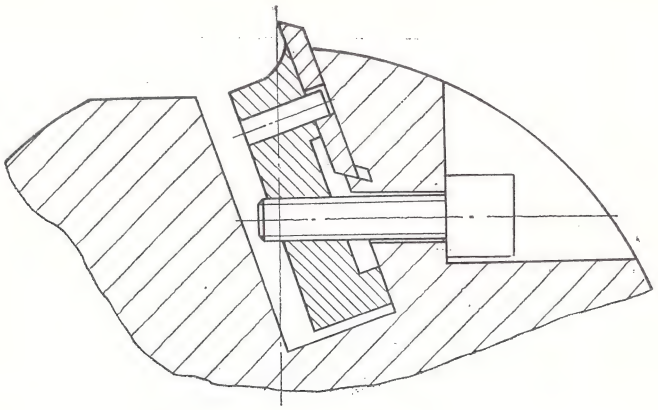
Вид круга	Обозначение	D	d	H	S	b	Вес алмаза в каратах при концентрации 100%	Назначение алмазного круга
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	АПП ГОСТ 16167-70	100 125 150	20 32 51	20 20 20	5 5 5		131,0 166,0 200,0	Заточка различных видов инструмента (шлифование по наружному диаметру сверл, фрез, дисковых пил, доводка передних и задних поверхностей резцов, ножей).
	АПВ ГОСТ 16170-70	125	32	23,5	1,5	10	23,8	Заточка и доводка передних и задних поверхностей резцов и ножей; шлифование торцев зубьев фрез и дисковых пил.
	АЧК ГОСТ 16172-70	50 80 100 125 150	25 32 20 (32) 32 40 (50) 51	20 25 32 40 40	1,5 1,5 3 3 3	3 10 10 10 10 20	2,92 7,8 37,0 48,0 58,0 108,5	Заточка и доводка передних и задних поверхностей ножей, задних поверхностей зубьев многолезвийных инструментов (цилиндрических, дисковых и концевых фрез, сверл, дисковых пил).
	АТ	80	20	10		5	7,8	Заточка и доводка передних поверхностей многолезвийного инст-

Таблица 11

Вид круга	Обозначение	D	d	H	S	b	Вес алмаза в каратах при концентрации 100%	Назначение алмазного круга
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	АПП ГОСТ 16167-70	100 125 150	20 32 51	20 20 20	5 5 5		131,0 166,0 200,0	Заточка различных видов инструмента (шлифование по наружному диаметру сверл, фрез, дисковых пил, доводка передних и задних поверхностей резцов, ножей).
	АПВ ГОСТ 16170-70	125	32	23,5	1,5	10	23,8	Заточка и доводка передних и задних поверхностей резцов и ножей; шлифование торцев зубьев фрез и дисковых пил.
	АЧК ГОСТ 16172-70	50 80 100 125 150	25 32 20 (32) 32 (50) 51	20 25 32 40 40	1,5 1,5 3 3 3	3 10 10 10 10 20	2,92 7,8 37,0 48,0 58,0 108,5	Заточка и доводка передних и задних поверхностей ножей, задних поверхностей зубьев многолезвийных инструментов (цилиндрических, дисковых и концевых фрез, сверл, дисковых пил).
	АТ ГОСТ 16175-70	80 100 125 150	20 (32) 32 32 51	10 10 13 16		5 5 10 10	7,8 9,9 23,8 29,0	Заточка и доводка передних поверхностей многолезвийного инструмента с прямыми зубьями (дисковых пил, цилиндрических, дисковых и концевых фрез с напаянными пластинками твердого сплава).
	АТТ ГОСТ 16176-70	100 125 150	20, 32 32 32, (50) 51	10 13 16	2 2 3	3 3 5	8,8 11,1 31	Заточка и доводка передних поверхностей многолезвийного инструмента с винтовыми зубьями.



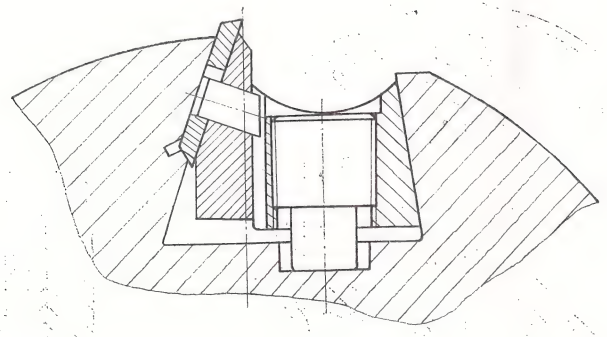


Рис. 3. Методы крепления неперетачиваемых, механически закрепляемых твердосплавных пластинок.

пов на рабочей поверхности круга и завалов режущих кромок инструмента, а также для того, чтобы обеспечить равномерный износ алмазного круга.

9.2.5. При выборе связки и зернистости алмазных кругов руководствоваться табл. 12.

Таблица 12

Наименование операции	Характеристика круга				Режимы резания			
	связка	зернистость	концентрация	$V_{кр}$, м/сек	$S_{поп}$, мм/дв. ход.	$S_{прод}$, м/мин.	$S_{изд}$, м/мин.	t, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Плоское шлифование	Б1	АСО100/80-160/125	100-150	25-30	0,5-1,5	5-10	—	0,01-0,02
	МО13	АСР80/63-125/100	100-150	25-35	1,0-2,0	5-15	—	0,03-0,05
Заточка	Б1 МО13	АСОМ, АСР100/80 АСРМ	100-150	15-20	0,05-0,08	2-3	—	—
Доводка	Б1	АСО50/40	50-100	25-30	0,005-0,02	0,5-1,5	—	—

9.3. Режимы резания при заточке твердосплавного дереворежущего инструмента назначать в зависимости от характеристики применяемого алмазного круга, выполняемой операции, обрабатываемого материала, требований, предъявляемых к качеству обрабатываемой поверхности и применяемому оборудованию. При подготовке режущего инструмента к работе шероховатость поверхности рабочих граней может быть не выше чем $\nabla 9$— $\nabla 10$.

9.4. Выбор скорости резания в основном зависит от материала алмазного круга, выполняемой операции, а также от требуемой чистоты обработанной поверхности.

9.5. Поперечную и продольную подачи назначать в зависимости от выполняемой операции, требуемой чистоты поверхности и характеристики алмазного круга. Рекомендуемые режимы резания приведены в табл. 12.

9.2.1. Форму круга выбирают в зависимости от конструкции и размеров обрабатываемого инструмента, выполняемой операции и

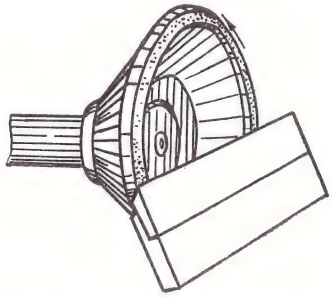


Рис. 11. Направление вращения алмазного круга при заточке твердосплавного инструмента.

оборудования. В деревообработке широко используются круги и бруски ручные алмазные формы АПБ, АБД и АБР по ГОСТ 16595-71 следующих форм (таблица 11):

— круги плоские прямого профиля (АПП) рекомендуется применять при плоском шлифовании с предварительной заточкой по наружному диаметру и торцам цельных фрез, дисковых пил и др.;

— АЧК — для заточки и доводки фрез по передней, задней и боковой граням, а также для заточки дисковых пил по задней грани;

— АТ, АІТ — для заточки и доводки дисковых пил по передней и задней граням;

— притиры форм АБП, АБД, АБР — для ручной доводки режущих кромок без снятия инструмента со станка;

9.2.2. Размеры круга выбирать в зависимости от применяемого оборудования и размеров обрабатываемого инструмента.

9.2.3. Во всех случаях для достижения рекомендуемой скорости резания целесообразно работать кругом с наибольшим допустимым диаметром при соответствующем для данной скорости резания числе оборотов шпинделя станка.

9.2.4. Ширина алмазоносного слоя кругов, предназначенных для заточки и доводки дереворежущего инструмента, не должна превышать высоты обрабатываемой поверхности пластинки твердого сплава. Это необходимо для того, чтобы избежать появления усту-

2.2. При выборе геометрических параметров инструмента для различных случаев обработки следует учитывать нагрузки на режущую часть, которые зависят от вида обрабатываемого материала, направления резания по отношению к волокнам, особенностей перерезания сучков, максимальной толщины срезаемой стружки и углов резания (рис. 4):

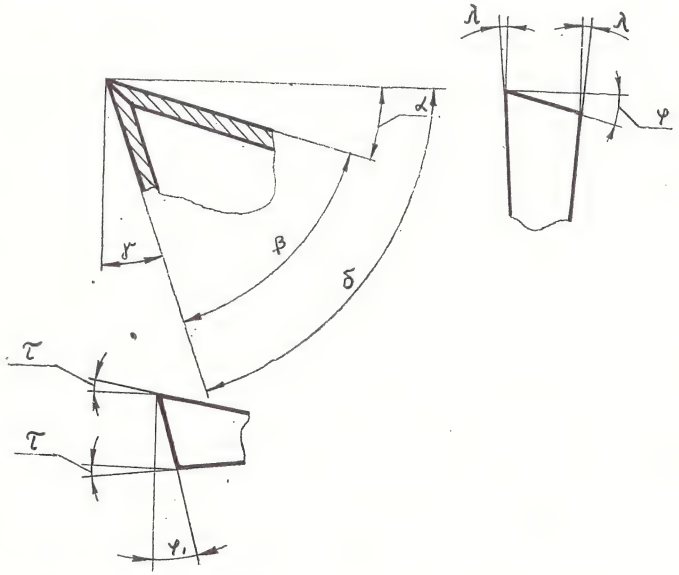


Рис. 4. Геометрические параметры дереворежущего инструмента.

γ — передний угол;

β — угол заострения;

α — задний угол;

δ — угол резания;

φ — угол косой заточки по задней грани;

φ_1 — угол косой заточки по передней грани;

λ — угол поднутрения к центру;

τ — угол поднутрения по боковым граням.

2.3. Рекомендации по угловым параметрам твердосплавного дереворежущего инструмента приведены в табл. 3.

Таблица 3

Обрабатываемый материал	Угловые парметры, град.							
	γ	β	α	δ	φ	φ_1	λ	τ
1. Мягкие породы древесины	35—25	45—30	20—10	65—35				
2. Твердые лиственные породы	30—25	45—40	20—15	65—45				
3. Клееные детали и фанера	25—20	60—50	15—10	75—60	30—10	25—15	2—1	3—2
4. Древесностружечные плиты	25—20	65—55	25—15	75—60				
5. Прессованная древесина	20—15	65—60	15—20	75—70				
6. Древесноволокнистые пластики	20—10	65—60	20—10	80—75				

2.3.1. При обработке деревесины поперек волокон следует назначать малые углы заострения $\beta = 30—35$;

2.3.2. При обработке вдоль волокон и в торец — угол заострения $\beta = 40—45$.

2.3.3. При выборе заднего угла следует учитывать характеристические кривые затупления режущей кромки для различных случаев обработки, которые получают обычно в результате испытаний по естественному ее затуплению в процессе резания.

2.3.4. В тех случаях, когда износ идет преимущественно по задней грани, следует выбирать максимальный задний угол (20—25). В тех случаях, когда износ по задней грани невелик и величина его не оказывает влияния на шероховатость поверхности (фрезерование поперек волокон), величина заднего угла может быть ограничена до $10 \div 15$.

2.3.5. При обработке древесины вдоль волокон и в торец лучшее качество обработки можно получить при $\alpha = 20°$.

2.4. Марки сталей, рекомендуемые для изготовления корпусов твердосплавного дереворежущего инструмента, приведены в табл. 4

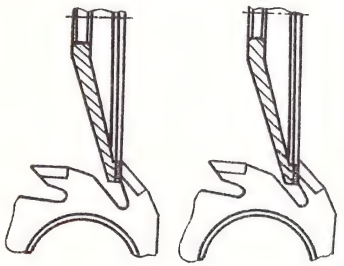
нять цвет других красок. Методика цветной дефектоскопии приведена в приложении.

8.4. При контроле прочности пайки зубьев необходимо пользоваться специальным приспособлением ЦНИИМОД 8 (см. технологические режимы РИО9—00 «Подготовка дисковых пил с пластинками из твердого сплава».).

9. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА ТВЕРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТУМЕНТА

9.1. Для заточки и доводки рекомендуется применять универсально-заточные станки модели 3А64Д; 3А64М или 3В642 с использованием универсальных приспособлений, входящих в комплект станка.

9.2. Все заточные и доводочные операции необходимо производить алмазными кругами из синтетических алмазов по ГОСТу 9770-61, соблюдая схему расположения круга (рис. 9, 10) и направление его вращения (рис. 11).



а *б*

Рис. 9. Схемы расположения алмазоносного слоя круга при заточке фрез:
а — неправильно; б — правильно.

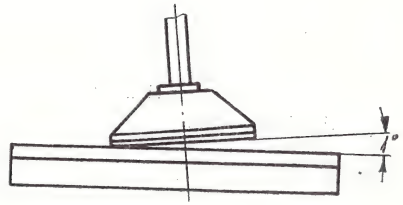


Рис. 10. Расположение алмазного круга при заточке и доводке твердосплавного инструмента:
С разворотом алмазного круга под углом к режущей кромке на 0,5°—1,0°.

Высокая эффективность применения инструмента из синтетических алмазов обеспечивается при правильном выборе их характеристики — формы, размеров, связки, марки алмаза, зернистости и концентрации алмаза в алмазоносном слое круга.

1	2	3
сплава от гнезда державок)	3. Недостаточное количество припоя и флюса	Более точная дозировка, применение таблетизированного припоя
	4. Применение флюса и припоя с плохой растекаемостью	
	5. Наличие слоя жира на поверхности державки и пластины.	Обезжиривание перед пайкой
	6. Неравномерность нагрева твердого сплава и корпуса инструмента	Подбор индуктора и режимов пайки
Трещины в пластинках твердого сплава	1. Высокие скорости нагрева при пайке	Правильный выбор индуктора и режимов пайки
	2. Высокие внутренние напряжения, возникающие в процессе охлаждения после пайки	Введение релаксации, охлаждение в горячем песке
Неправильное положение твердосплавных пластин в пазу корпуса инструмента после пайки	Несовершенная технология установки пластин и процесса пайки	Надежное крепление пластинок перед пайкой

8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПАЙКИ

8.1. Необходим внешний осмотр дереворежущего твердосплавного инструмента после пайки и удаление окалины, излишков флюса и припоя. При качественной пайке припой в паяном соединении имеет вид ровного, слегка вогнутого валика вдоль всего шва, чернота и разрывы в паяном шве должны составлять не более 5—10% его общей длины, толщина припоя должна быть в пределах 0,05—0,1 мм.

8.2. Основным видом брака твердосплавного инструмента являются трещины в твердом сплаве. Вид контроля выбирается в зависимости от характера производства. Для установления дефектов можно применять лупу 10—20-кратного увеличения.

8.3. Наиболее эффективным является метод цветной дефектоскопии (цветных красок). Данный метод основан на способности специальных красителей проникать в мелкие поры и трещины и изме-

Таблица 4

Наименование инструмента и деталей	Марки сталей
1. Рамные и ленточные пилы	9ХФ; 65ХФ
2. Дисковые пилы	9ХФ; 65ХФ; 50ХФА
3. Цельные, составные, сборные фрезы и вставные ножи, резцы к фрезам	35Х; 40Х; 45Х; 50; 45; 85ХФ; 9ХС; 35ХНСА
4. Концевые фрезы, сверла, зенкера	35Х; 40Х; 45Х; 50; 45; 9ХС; 9ХФ; Х12; ХВГ; 85ХФ
5. Клинья, винты, болты и другие крепежные детали	50; 45; 40

2.5. Опорная поверхность и стенки паза в корпусе инструмента должны соответствовать форме и размерам твердосплавных пластинок. Пластинки могут выступать за корпус инструмента и габариты пазов не более чем на 0,5—0,8 мм. Шероховатость обработки поверхности паза под пластинку должна соответствовать △4—△5 классу (ГОСТ 2789-51).

2.6. Пазы для размещения твердосплавных пластинок могут быть 4-х вариантов (рис. 5). С точки зрения получения минималь-

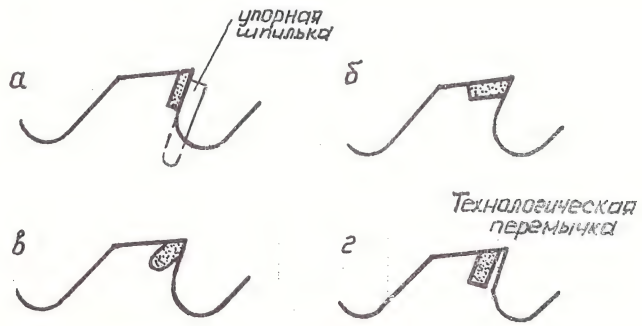


Рис. 5. Варианты расположения пластинок твердого сплава на державке резца:

а — открытый передний паз; б — открытый задний паз; в — закрытый паз; г — закрытый передний паз с технологической перемычкой.

ных внутренних напряжений, следует отдавать предпочтение открытым пазам при соотношении толщины твердого сплава и стали 1:3. Глубину паза рекомендуется делать больше толщины пластинки

твердого сплава на 0,5÷1 мм для уменьшения трудоемкости при заточке по передней грани.

2.7. Опорная поверхность и стенки паза должны быть прямолинейными, без заусенцев; отклонения от прямолинейности не должны превышать ±0,5 мм по всей длине. Пластинки из твердого сплава следует точно подогнать к опорным плоскостям пазов, чтобы зазоры не превышали 0,05—0,1 мм.

2.8. Пластинки твердого сплава не должны иметь выбоин, сколов, трещин и коробления более 0,05 мм на длину пластинки. Пластинки с большим короблением необходимо шлифовать на плоскошлифовальном станке абразивными кругами карбида кремния зеленого зернистою 40—25 и твердостью $М_1$ и $М_2$ со скоростью вращения круга V=18 м/сек или алмазными кругами АПП, АСО 100/80, Б1, 100—150, АПП, АСР125/100, МО13, 100—150, при V=25—30 м/сек.

2.9. В гнездах инструмента и на пластинках недопустимы следы масла, эмульсии, ржавчины и другие загрязнения. Перед пайкой пластинки твердого сплава следует прокипятить во флюсе. Это предохранит пластинки от окисления и окалины в процессе нагрева. В результате повысится однородность и прочность паяного шва.

Гнезда в корпусе инструмента промывают раствором каустической соды, дихлорэтаном, ацетоном или авиабензином.

3. ПРИПОИ И ФЛЮСЫ

3.1. Припои, применяемые при пайке пластинок твердого сплава, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Припой	Химический состав, %							Температура плавления, t°C
	Медь	Никель	Марганец	Цинк	Серебро	Кремний (не более)	Примеси (не более)	
ПРМНМц 68—4—2	62—68	4—5	1,5—2	ост.	—	0,3	0,3	910—930
Латунь Л62	60,5—63,5	—	—	ост.	—	—	0,5	900
Серебряный ПСР-10	53	—	—	37	10	—	—	850
Серебряный ПСР-44	26—28	1,5—2,5	2,5—3,5	14—18	43—45	—	—	800
Серебряный ПСР-45	30	—	—	25	45	—	—	725

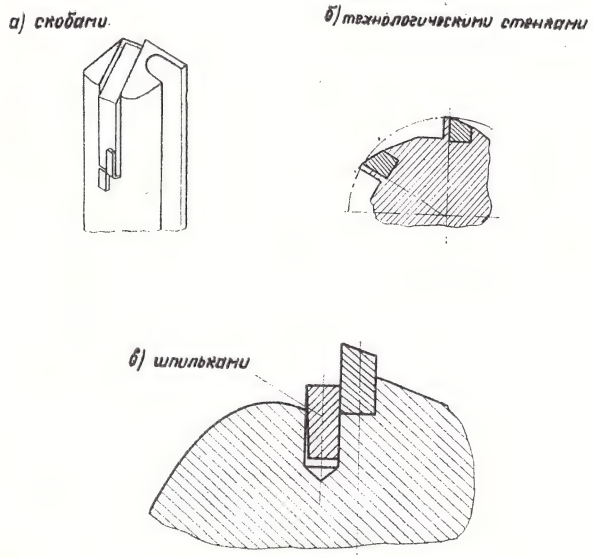


Рис. 8. Крепление пластинок твердого сплава в корпусе концевого инструмента.

6.6.2. Перед пайкой собранный инструмент погрузить в кипящий раствор флюса и выдержать в течение 5—10 мин. Прежде чем погрузить инструмент в ванну с припоем, последний необходимо предварительно подогреть до 150—200° в электрической печи.

6.6.3. Время выдержки инструмента в расплавленном припое определяется его размерами и не превышает 35—40 сек. на 1 мм толщины или диаметра.

7. ВИДЫ БРАКА ПРИ ПАЙКЕ, ПРИЧИНЫ БРАКА И СПОСОБЫ ЕГО УСТРАНЕНИЯ

Дефекты	Возможные причины	Меры предупреждения дефектов
1	2	3
Непропай (видимая чернота вдоль линии шва, пропуски припоя в шве, отрыв пластинки твердого	1. Зазор между пластинкой твердого сплава и корпусом инструмента 0,15 мм 2. Наличие окисной пленки на поверхности пластинки	Шлифование пластин для устранения коробления и наличия окисной пленки

6.5.2. Параметры настройки установки на соответствующие режимы пайки и отпуска, в зависимости от толщины полотна пилы, приведены в табл. 10.

Таблица 10

Толщина полотна пилы, мм	Напряжение в первичной обмотке трансформатора, *в*		Выдержка на реле времени, сек	Сдавливающее усилие, кг
	Пайка	Отпуск		
2,0	190	150	1,2	1,5
2,4	210	160	1,5	2,0
2,8	240	170	2,0	3,0

6.5.3. В процессе пайки вершины зубьев нагревать до температуры 950—980°С, при такой темепратуре корпус пилы в зоне термического влияния закаливается на воздухе до твердости 65 HRC.

Снижение твердости до 30—55HRC производить отпуском при повторном нагреве зуба до температуры 350—400°С, после чего подачу тока необходимо прекратить.

6.5.4. Пайку пластинок с заранее сформированными углами поднутрения при изготовлении и ремонте твердосплавных дисковых пил рекомендуется производить на электроконтактной установке, состоящей из точечной машины (например, АТП-10; АТП-25), приставки, специального узла, разработанного ЦНИИМОДом, регулятора напряжения (РНО—250—5) с вольтметром и магнитного контактора с педальным включением.

6.5.5. Диаметр оснащаемых пил 320—630 мм, потребляемая мощность 3 квт, производительность 60 циклов в час.

Режим пайки: напряжение на электродах 1,5 *в*, сила вторичного тока 1500—2000 *а*, продолжительность пайки 5—8 сек.

6.6. Пайку погружением в расплавленный припой применять преимущественно при изготовлении концевого инструмента, оснащенного пластинками твердого сплава. Этот метод отличается высокой производительностью и обеспечивает высокое качество паяного соединения.

6.6.1. При пайке в ванне с расплавленным припоем инструмент предварительно собрать: вставить пластинки твердого сплава в пазы и закрепить в них (рис. 8). Допускаемый зазор между спаиваемыми элементами не должен превышать 0,08—0,1 мм. При больших зазорах припой вытекает.

3.2. Из указанных в таблице припоев наиболее употребителен медно-цинковый припой марки МНМц 68—4—2, изготавливаемый на Московском заводе обработки цветных металлов по ТУ 252-59 в виде ленты. Норма расхода припоя 0,35—0,40 на 1 см² площади пайки.

3.3. Припои рекомендуется применять в виде ленты и фольги толщиной 0,3—0,6 мм, проволоки ∅0,8—1,0 мм, в виде крошки в смеси с флюсом в соотношении 1:3.

3.4. Применение серебряных припоев целесообразно лишь при изготовлении сложного фасонного и концевого инструмента.

3.5. В настоящее время широко применяется таблетизированный припой для пайки однолезвийного инструмента (цельных фрез, ножей и резцов к сборным фрезам), состоящий из 60—75% припоя МНМц 68—4—2 и 25% флюса трехкомпонентного.

При пайке таблетизированным припоем в 1,7—2 раза повышается производительность, сокращается расход припоя и флюса.

3.6. Флюс применяется для предохранения поверхности гнезда и твердосплавной пластинки от окисления и удаления окислов при пайке. Кроме того, он способствует смачиванию спаиваемых поверхностей и растеканию припоя. Наиболее широко применяемые при пайке дереворежущего твердосплавного инструмента флюсующие смеси представлены в табл. 6.

Таблица 6

Состав флюса, %			Температура плавления, t°C	Назначение
Бура	Борная кислота	Фтористый кальций		
69—73,2	21—21,8	5—10	620	Для пайки всеми припоями
—	57	43	600	Для пайки серебряными припоями
50	50	—	577	Для пайки латунными припоями

3.6.1. Особенно эффективен для пайки всех видов дереворежущего инструмента флюс повышенной химической активности Ф100, состав которого

смесь борфторида калия и буры ($KBF_4 + Na_2B_4O_7$) 83%;

окись кобальта (Ca_2O_3) 3,5±0,5%;

окись вольфрама (WO_3) 15±1%.

Флюс Ф100 изготавливается на заводе «Фрезер» и поставляется в готовом виде. Остальные флюсы могут быть приготовлены в местных условиях. Норма расхода флюса 0,15—0,20 на 1 см² площади пайки.

3.6.2. При пайке твердосплавных пластинок на дереворежущие дисковые пилы рекомендуется применять пастообразный флюс по рецептуре СПКБ объединения «Ленмебель».

Весовой состав флюса:
парафин — 3,34 г;
вазелин — 20,0 г;
хлористый цинк — 6,7 г;
трехкомпонентная смесь (табл. 6) — 50 г.

3.6.3. Для составления композиции пастообразного флюса необходимо выполнить операции в следующей последовательности:
— подогреть парафин до мягкого состояния;
— слегка подогреть вазелин;
— при непрерывном помешивании вазелина ввести в него подогретый парафин и, тщательно перемешав, остудить до комнатной температуры;
— в охлажденную массу (парафин-вазелин) ввести хлористый цинк и тщательно перемешать;
— в полученную массу при непрерывном помешивании постепенно ввести ранее приготовленную трехкомпонентную смесь и перемешиванием довести полученную массу до замазкообразной консистенции. На этом процесс приготовления флюса заканчивается, и он готов к использованию.

4. СПОСОБЫ ПАЙКИ И ОБОРУДОВАНИЕ

4.1. Пайку пластинок твердого сплава к корпусу дереворежущего инструмента производить следующими способами:
— индукционным нагревом;
— электроконтактным нагревом;
— погружением в расплавленный припой;
— пламенем ацетилено-кислородной горелки.

4.2. Для пайки индукционным способом следует применять широко распространенные ламповые закалочные генераторы. Основные типы и технические характеристики генераторов приведены в табл. 7.

4.3. Электроконтактный способ в основном применяется для пайки пластинок твердого сплава на зубьях дисковых пил при помощи установки, разработанной СПКБ объединения «Ленмебель».

— зазор между индуктором и паяным инструментом рекомендуется в пределах 5—15 мм, равномерность нагрева увеличивается с увеличением зазора;

— при нагреве прежде всего нагревается наружная поверхность инструмента, и тем сильнее, чем меньше зазор между индуктором и нагреваемым инструментом.

6.5. Пайка электроконтактным нагревом за последние годы находит широкое применение при централизованном изготовлении и ремонте дисковых пил, оснащенных пластинками из твердых сплавов, без ограничений диаметра инструмента.

6.5.1. Основные данные установки СПКБ объединения «Ленмебель» приведены в табл. 9.

Таблица 9

Наименование параметров	Ед. изм.	Параметры
1	2	3
Производительность	пайка/час	100
Мощность потребляемая	квт	3,5
Размеры припаиваемых пластинок твердого сплава	мм	10х(4,0—5,5)х3,5
Диаметр пил	„	250—500
Передний угол зубьев пил	град	—20 — +20
Режимы работы:		
а) ток при пайке	*а*	800—1200
б) ток при отпуске	*а*	500—800
в) усилие прижима пилы к пластинке твердого сплава	кг	1—3
Время выдержки после расплавления припоя	сек.	1—3 (с градацией 0,5 сек.)
Охлаждение электродов водой с		
давлением	атм	2
расходом	м³/час	0,36
Норма обслуживания	чел.	1
Габаритные размеры (длина х ширина х высота)	мм	1000х732х1600
Вес установки	кг	410

ки 1,5—2 мм. Наиболее рациональные конструктивные формы индукторов даны на рис. 7.

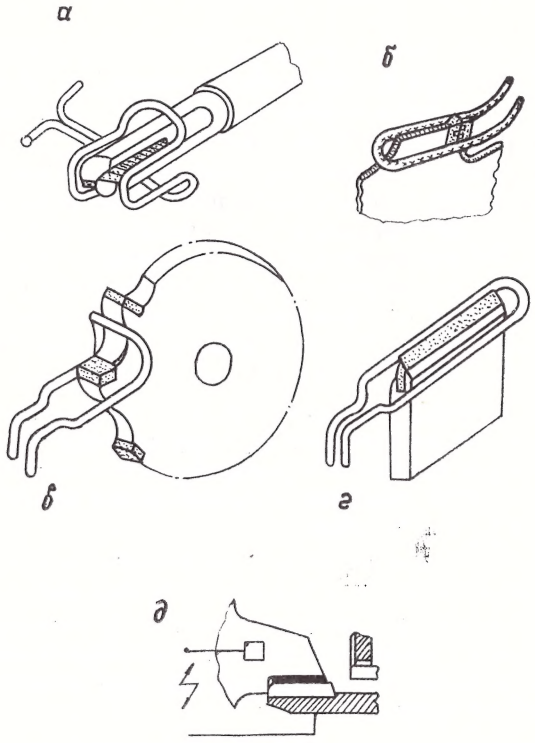


Рис. 7. Формы индукторов для напайки пластинок твердого сплава к корпусу инструмента:
а — для сверл и концевых фрез; б — для зубьев круглых пил; в — для насадных фрез; г — для строгальных ножей; д — схема электроконтактного паяния.

6.4. При изготовлении индукторов необходимо соблюдать следующие условия:

— так как направление вихревых токов совпадает с направлением индуктора, то последний необходимо проектировать и устанавливать так, чтобы его участки проходили вдоль плоскости пайки;

— во избежание полосчатого нагрева расстояние между витками индуктора должно быть минимальным;

Таблица 7

Тип установки	Мощность, квт	Частота, гц	Габаритные размеры, мм			Вес, т	Расход воды на охлаждение установки, м³/час
			ширина	длина	высота		
ЛЗГ-10А	8	300—450	1000	1170	2150	0,75	0,54
ЛЗ-13	10	300—450	1020	1120	2050	0,85	1,2
ЛЗ-37	30	60—74	4020	2200	2250	2,7	1,75
ЛПЗ-37	30	60—74	4020	8550	2250	3,2	2,0
ЛЗ-67	60	60—74	4020	2200	2250	3,1	2,25
ЛПЗ-67	60	60—74	4020	3400	2250	3,4	2,5
ЛЗ-107	100	60—74	4120	2200	2250	3,8	2,25
МГЗ-102	100	2500	—	—	—	2,5	4,5
МГЗ-108	100	800	—	—	—	16,5	4,5

4.4. Пайку погружением в расплавленный припой применяют преимущественно для концевого инструмента, оснащенного пластинками твердого сплава, где необходимость требует одновременного нагрева всего корпуса инструмента. Для этой цели используется электрическая соляная ванна (рис. 6).

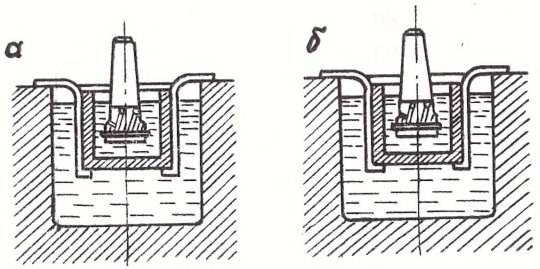


Рис. 6. Схема пайки в соляной ванне:
а) ванна с бурой; б) ванна с припоем.

4.5. Пайку пламенем ацетилено-кислородной горелки производят в тех случаях, когда нельзя использовать другие способы; применяются горелки № 2—6 при давлении кислорода при выходном

редукторе 3—5,5 атм и давлении ацетилена 0,5—1,5 атм. Пламя горелки должно быть восстановительным (с избытком ацетилена). Этот способ малопроизводителен, связан с большой трудоемкостью, требует особого внимания и навыков. Из-за высокой температуры пламени (до 3500°С) могут появиться трещины в пластинках твердого сплава.

5. ПРОЦЕСС ПАЙКИ

5.1. При пайке пластинок твердого сплава необходимо учитывать, что быстрый нагрев может вызвать появление трещин на пластинках твердого сплава и непропай. Слишком медленный нагрев вызывает окисление спаиваемых поверхностей, в результате чего снижается прочность паяного шва.

5.2. Оптимальные скорости нагрева для различных твердых сплавов в зависимости от толщины пластинки можно определить по табл. 8.

Таблица 8

Толщина пластинки, мм	Марки твердого сплава		
	ВК6, ВК6М, ВК60М, ВК4, ВК3М	ВК8, ВК10, ВК10М, ВК100М	ВК15, ВК15М, ВК150М, ВК20М
	Допускаемая скорость нагрева, град/сек.		
3—5	60	80	100
5—7	40	65	80
8—12	20	32	60

5.3. Время нагрева для пайки одного лезвия инструмента определяется по следующей формуле:

$$T_н = 1{,}5 \frac{Q}{W} \text{ сек},$$

где: Q — температура плавления припоя;

W — допускаемая скорость нагрева.

5.4. При пайке инструментов важное значение имеет температура окончательного нагрева, которая должна быть несколько выше температуры плавления припоя. Температура окончательного нагрева определяется по расплавлению припоя и его циркуляции.

5.5. Одним из основных условий качественной пайки является равномерный нагрев корпуса, припоя и пластинки твердого сплава. Неравномерный нагрев приводит к снижению прочности паяного шва.

Поэтому при достижении температуры окончательного нагрева рекомендуется производить выдержку в течение 3—5 сек. (в зависимости от толщины припаиваемой пластинки) для выравнивания температуры нагрева спаиваемых элементов.

5.6. После окончания нагрева необходимо припаиваемую пластинку прижать к опорной поверхности паза металлическим или графитовым стержнем. Оптимальная сила нажатия находится в пределах 1,5—3 кг на 100 мм² напаиваемой поверхности пластинки твердого сплава. Для повышения стабильности пайки желательно механизировать операцию прижима пластинки в момент затвердения припоя. Оптимальная толщина припоя в паяном шве при этом должна быть обеспечена в пределах 0,05—0,1 мм.

5.7. Скорость охлаждения имеет еще большее значение для качества твердосплавного дереворежущего инструмента, т. к. при охлаждении на поверхности пластин формируются остаточные растягивающие напряжения, которым твердый сплав противостоит значительно хуже, чем сжимающим.

Ориентировочно можно считать, что скорость охлаждения должна быть в 8 раз меньше допустимой скорости нагрева.

5.8. Охлаждение инструмента после пайки рекомендуется производить в муфельной электропечи или металлическом ящике с подогретым песком, угольной крошкой, слюдой при температуре 200—250°С в течение 6—8 часов.

5.9. После охлаждения напаянный инструмент для очистки от наплывов припоя и флюса необходимо подвергать дробеструйной или пескоструйной обработке.

6. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПАЙКИ

6.1. Индукционная пайка на установках ТВЧ — самый рациональный способ для пайки цельных фрез, ножей и резцов к сборным головкам.

6.2. Независимо от типа установок самой ответственной частью, определяющей качество пайки, является индуктор.

6.3. Материалом для индуктора служит медная трубка круглого или прямоугольного сечения диаметром 8—12 мм с толщиной стен-